

DERWENT-ACC-NO: 1999-353164

DERWENT-WEEK: 199930

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Corrugated fin material for heat exchanger of motor
vehicle - has specific diameter of mean crystal grain of
recrystallised structure of fibre texture

PATENT-ASSIGNEE: NIPPONDENSO CO LTD[NPDE] , SUMITOMO LIGHT METAL IND
CO[SUMK]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0311382 (October 27, 1997)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE | PAGES | MAIN-IPC |
|---------------|--------------|----------|-------|-------------|
| JP 11131166 A | May 18, 1999 | N/A | 010 | C22C 021/00 |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO | APPL-DATE |
|--------------|-----------------|----------------|------------------|
| JP 11131166A | N/A | 1997JP-0311382 | October 27, 1997 |

INT-CL (IPC): C22C021/00, C22F001/00 , C22F001/04 , F28F001/32 ,
F28F021/08

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11131166A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Thickness and elongation limit of corrugated fin material (1) are 0.1 mm or less and 1-8 %. The diameter of mean crystal grain of recrystallised structure of fiber texture is 200 μ m or less. DETAILED DESCRIPTION - The fin material includes 0.5-2.0% of Fe, 0.05-0.3% of Zr and 0.5-3.0% of Zn with remainder of aluminium and other impurity. When fin material combines with aluminium alloy tube material soldering junction is carried out for fabricating heat exchanger.

USE - For aluminium made heat exchanger such as radiator, heater core, oil cooler, intercooler, condenser, evaporator of motor vehicle.

ADVANTAGE - Excels in soldering property and corrugated mouldability, without buckling production. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure represents partially front view of molded corrugated fin material. (1) Corrugated fin material.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/2

PAT-NO: JP411131166A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11131166 A

TITLE: THIN ALUMINUM ALLOY FIN MATERIAL EXCELLENT FOR FORMING
AND BRAZING, AND ITS PRODUCTION

PUBN-DATE: May 18, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|------------------|---------|
| SHINPO, TANEHARU | N/A |
| MUTO, TOSHIMI | N/A |
| NAGAYA, TAKAHIKO | N/A |
| HISATOMI, YUJI | N/A |
| IKEDA, HIROSHI | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|------------------------------|---------|
| DENSO CORP | N/A |
| SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD | N/A |

APPL-NO: JP09311382

APPL-DATE: October 27, 1997

INT-CL (IPC): C22C021/00, C22F001/04 , F28F001/32 , F28F021/08 , C22F001/00
, C22F001/00 , C22F001/00 , C22F001/00 , C22F001/00 , C22F001/00
, C22F001/00 , C22F001/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin Al-Fe alloy fin material excellent for corrugation forming and free from occurrence of dispersion of fin crest height at the time of corrugating.

SOLUTION: This material is a fin material for heat exchanger, made of aluminum containing 0.5-2.0 wt.% Fe, and this fin material has <0.1 mm thickness and 1-8% elongation and further has a matrix composed of a fibrous structure, a mixed structure of fibrous structure and recrystallized structure of $\leq 200 \mu\text{m}$ average crystalline grain size, or a recrystallized structure of $\leq 200 \mu\text{m}$ average crystalline grain size. It is preferable to use an alloy consisting of, by weight, 0.5-2.0 % Fe, 0.05-0.3% Zr, 0.5-3.0% Zn, and

the balance Al with impurities or an alloy prepared by adding small amounts of one or more elements among Mn, Si, Ni, In, and Sn to the above composition. When a heat exchanger made of aluminum is produced by combining this fin material with an aluminum alloy tube material and brazing them, excellent brazing property can be obtained and the occurrence of buckling can be prevented.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Fe: 0.5~2.0% (重量%、以下同じ) を含有するアルミニウム製熱交換器用Al-Fe系合金フィン材であって、該フィン材は厚さが0.1mm未満、伸びが1~8%であり、マトリックスが繊維組織、繊維組織と平均結晶粒径200 μ m以下の再結晶組織との混合組織、または平均結晶粒径200 μ m以下の再結晶組織であることを特徴とする成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材。

【請求項2】 Al-Fe系合金が、Fe: 0.5~2.0%、Zr: 0.05~0.3%、Zn: 0.5~3.0%を含有し、残部Alおよび不純物からなることを特徴とする請求項1記載の成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材。

【請求項3】 Al-Fe系合金が、Fe: 0.5~2.0%、Zr: 0.05~0.3%、Zn: 0.5~3.0%を含有し、さらにMn: 0.6%以下(0%を含まず、以下同じ)、Si: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、In: 0.1%以下、Sn: 0.1%以下のうちの1種または2種以上を含有し、残部Alおよび不純物からなることを特徴とする請求項1記載の成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材。

【請求項4】 請求項1~3記載の組成を有するアルミニウム合金の鋳塊を均質化処理および熱間圧延し、その後2回の中間焼鈍を介して冷間圧延を行い、該冷間圧延工程における最初に行われる中間焼鈍の加熱温度が150~300℃で、続いて行われる冷間圧延の加工率が40~80%であり、最後の中間焼鈍の加熱温度は300~450℃で、最終冷間圧延を加工率5~20%で行うことを特徴とする成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材、とくに、不活性ガス雰囲気ろう付けによりチューブ材と接合して、ラジエータ、ヒータコア、オイルクーラ、インタークーラ、コンデンサ、エバポレータなどの自動車用アルミニウム製熱交換器を製造する場合のフィン材として好適なAl-Fe系のアルミニウム合金薄肉フィン材およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車用アルミニウム合金製熱交換器あるいは油圧機器、産業機械のオイルクーラなどのアルミニウム合金製熱交換器のフィン材には、チューブ材を防食するために犠牲陽極効果が要求されるとともに、ろう付け時の高温加熱によって変形したり、ろうの浸食を防止するために高温座屈性が要求される。このような要求を満たすために、従来、アルミニウム合金フィン材とし

てはAl-Mn系合金、Al-Mn-Si系合金、Al-Mn-Si-Cu系合金が用いられ、さらに、フィン材の熱伝導性を向上させるためにAl-Fe系合金、Al-Fe-Si系合金のフィン材も提案されている。

【0003】 自動車の軽量化の観点から、自動車用熱交換器においても、軽量化、コスト低減の要求が強くなっており、これに対応してチューブ材、フィン材などの熱交換器構成部材の薄肉化がますます進行している。フィン材は、図1に示すようにコルゲート成形され、コルゲートフィン1は図2に示すようにチューブ材2と組合わせて、ろう付け接合され熱交換器エレメントとなる。この場合、例えば、厚さ0.10mm未満に薄肉化されたアルミニウム合金フィン材をコルゲート成形した場合、上側R頂点と下側R頂点との間のフィン山高さhに、h₁、h₂、h₃、h₄のようにバラツキが生じることが経験されている。

【0004】 フィン山高さにバラツキが生じると、フィンとチューブとのろう付け接合率が低下して熱交換性能がわるくなるから、ろう付け時、溶融ろうの浸透に伴うフィンの溶融を避けるために半硬質(H14)の調質で使用されるAl-Mn系合金フィン材においては、フィン山高さのバラツキを少なくするために、成形機の調整、材料強度の調整などを行って対処していた。

【0005】 しかしながら、Al-Fe系合金など、高熱伝導性の薄肉フィン材においては、ろう付け時のフィンの溶融を抑制するために、ろう付け加熱時の再結晶粒を粗大化させることが必要で、そのためにフィン材製造時の最終冷間圧延の加工率を低く抑える必要があるから、材料強度の調整、成形機の調整によりフィン山高さのバラツキをなくして良好なろう付け接合を得ることは困難である。

【0006】 また、この場合、最終冷間圧延の直前の焼鈍処理において、再結晶により形成される結晶粒が比較的粗大であると、粗大粒部分においてはコルゲート加工が加わり難く、その周囲で優先的に加工による変形が生じ、粗大粒が成形部の幅方向に整列するとフィン山高さにバラツキが生じることが判明した。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、Al-Fe系のアルミニウム合金製熱交換器用薄肉フィン材における上記従来問題点を解消するために、Al-Fe系合金フィン材の成分組成、機械的特性、内部組織、製造条件とコルゲート成形性、ろう付け性との関連について多角的な実験、検討を行った結果に基づいてなれたものであり、その目的は、フィンのコルゲート成形時に生じるフィン山高さのバラツキをなくして、ろう付けによるフィンとチューブとの接合性を改善することができ、ろう付け時に座屈を生じることのない成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材およびその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明による成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材は、Fe:0.5~2.0%を含有するアルミニウム製熱交換器用Al-Fe系合金フィン材であって、該フィン材は厚さが0.1mm未満、伸びが1~8%であり、マトリックスが繊維組織、繊維組織と平均結晶粒径200μm以下の再結晶組織との混合組織、または平均結晶粒径200μm以下の再結晶組織であることを構成上の第1の特徴とする。

【0009】また、Al-Fe系合金が、Fe:0.5~2.0%、Zr:0.05~0.3%、Zn:0.5~3.0%を含有し、残部Alおよび不純物からなること、およびAl-Fe系合金が、Fe:0.5~2.0%、Zr:0.05~0.3%、Zn:0.5~3.0%を含有し、さらにMn:0.6%以下、Si:1.0%以下、Ni:1.0%以下、In:0.1%以下、Sn:0.1%以下のうちの1種または2種以上を含有し、残部Alおよび不純物からなることを第2および第3の特徴とする。

【0010】本発明による成形性およびろう付け性に優れたアルミニウム合金薄肉フィン材の製造方法は、上記の組成を有するアルミニウム合金の鋳塊を均質化処理および熱間圧延し、その後2回の中間焼鈍を介して冷間圧延を行い、該冷間圧延工程における最初に行われる中間焼鈍の加熱温度が150~300℃で、続いて行われる冷間圧延の加工率が40~80%であり、最後の中間焼鈍の加熱温度は300~450℃で、最終冷間圧延を加工率5~20%で行うことを特徴とする。

【0011】本発明のアルミニウム合金フィン材の合金成分の意義およびそれらの限定理由について説明すると、Feは、アルミニウム中への固溶度がごく僅かであるため、熱伝導性を損なうことなく強度を向上するよう機能する。Feの好ましい含有量は0.5~2.0%の範囲であり、0.5%未満ではろう付け後の強度が不十分となり、2.0%を越えると、均質化処理時に凝集して析出物が粗大化し、それ以上の強度向上効果が望めないとともに、自己腐食速度が増大するため好ましくない。また、ろう付け加熱時の再結晶粒の微細化を促進するため、溶融ろうの浸透が生じ易くなり耐高温座屈性を低下させる。

【0012】Zrは、ろう付け温度への昇温過程での再結晶時に粗大な結晶粒を生成させて、ろう付け温度における溶融ろうの粒界浸透を抑制し、フィンの座屈、溶融を防止するよう作用する。好ましい含有範囲は0.05~0.3%であり、0.05%未満ではその効果が十分でなく、0.3%を越えると鋳造時に巨大晶析物が生成し易くなり、加工性が害される。

【0013】Znはフィンの電極電位を下げ、犠牲陽極作用によりチューブ材を防食するために機能する。好ま

しい含有量は0.5~3.0%の範囲である。0.5%未満ではその効果が小さく、3.0%を越えると電位を低下させる効果が小さくなり、逆に自己腐食速度が増大するのでフィンの早期腐食消耗が生じる。

【0014】MnはFe、Siなどの元素と化合物を形成し、マトリックス中に微細に析出分散することにより強度を向上させる。好ましい含有量は0.6%以下、さらに好ましくは0.1~0.6%の範囲であり、0.6%を越えて含有すると、熱伝導性が低下する。Mnが0.1%未満であっても、Fe、Siの濃度を調整することにより、ある程度まで強度を向上させることができる。

【0015】SiはMn、Feなどの元素と化合物を形成し、マトリックス中に微細に析出分散することにより強度を向上させる。好ましい含有量は1.0%以下の範囲であり、さらに好ましい範囲は0.2~1.0%であり、1.0%を越えると、熱伝導性が低下するとともに、融点が低下して、ろう付け加熱時に局部溶融が生じ易くなり、耐高温座屈性が低下する。Siが0.2%未満であっても、Mn、Feなどの濃度を調整することにより、ある程度まで強度を向上させることができる。

【0016】Niは、Feと同様、アルミニウム中への固溶度がごく僅かなため、熱伝導性をほとんど損なうことなく強度を向上させる効果を有する。好ましい含有範囲は1.0%以下、さらに好ましくは0.2~1.0%であり、1.0%を越えると、自己腐食速度が増大し、また、ろう付け加熱時の再結晶粒の微細化を促進するため、溶融ろうが浸透し易くなり耐高温座屈性が低下する。Niが0.2%未満であっても、Mn、Fe、Siの濃度を調整することにより、ある程度まで強度を向上させることができる。

【0017】Inはフィンの電極電位を下げ、犠牲陽極効果によりチューブ材を防食するよう機能する。好ましい含有量は0.1%以下の範囲であり、0.1%を越えると、活性が強過ぎるためにフィン材が保管中に白変し易くなり、材料の健全性が損なわれる。

【0018】Snはフィンの電極電位を下げ、犠牲陽極効果によりチューブ材を防食するよう機能する。好ましい含有量は0.1%以下の範囲であり、0.1%を越えると、熱間加工時に割れが生じ易り、フィン材の製造が困難となる。

【0019】本発明のフィン材においては、不純物として0.1%以下のPb、Li、Sr、Ca、Naが含有されていても本発明の効果が損なわれることはなく、0.5%未満のV、Mo、Cr、0.2%以下のCu、Mgは強度向上に役立つ。また、他のアルミニウム合金の場合と同様に、鋳塊組織の微細化のために、0.3%以下のTi、0.01%以下のBを添加することができ、さらに酸化防止のために0.1%以下のBeを添加

【0020】

【発明の実施の形態】本発明によるアルミニウム合金薄肉フィン材の製造は、連続鋳造により上記の組成を有するアルミニウム合金を造塊し、得られた鋳塊を均質化処理、熱間圧延後、中間焼鈍を介して冷間圧延することにより行われ、厚さ0.1mm未満のフィン材とする。フィン材の内部組織は、マトリックスを繊維組織、繊維組織と平均結晶粒径200 μ m以下の再結晶組織との混合組織または平均結晶粒径200 μ m以下の再結晶組織とするのが好ましい。このような組織とすることにより、

成形性に優れ、コルゲート成形時のフィン山高さのバラツキをなくすることができる。これらの組織は、最後の中間焼鈍前の冷間加工率、最後の中間焼鈍条件、最終冷間圧延加工率を調整することにより得られる。再結晶組織および混合組織中の再結晶組織の平均結晶粒径が200 μ mを越えるとコルゲート成形時のフィン山高さのバラツキが大きくなって、ろう付け時、フィンとチューブとの間に接合不良が生じ易くなる。なお、再結晶組織の平均結晶粒径は小さいほど良好な成形性が得られる。

【0021】薄肉フィン材は、軟質材では成形時に破断し易いため、本発明においては、冷間圧延の途中で中間焼鈍を施し、最終冷間圧延で仕上げるH1n調質のフィン材とし、その際、最終冷間圧延の加工率を調整して、伸びを1～8%の範囲とすることにより、ろう付け時、熔融ろうの浸透に起因するフィンの座屈、熔融を抑制することができる。伸びが1%未満では、フィン材に加えられる加工歪が過剰となって、ろう付け時の昇温過程で生じる再結晶が低温で発生するため、再結晶粒が微細となり、熔融ろうが粒界を通して進入し、フィンに局所的な熔融が生じたり、フィンが座屈変形したりする。伸びが8%を越えると、フィン材に加えられる加工歪が少なく、ろう付け過程で生じる再結晶の生成温度がろうの融点以上となって加工歪が残存するため、熔融ろうが加工歪を通して進入し、フィンに局所的な熔融が生じたり、フィンが座屈変形したりする。

【0022】本発明のフィン材の好ましい製造方法について説明すると、半連続鋳造により所定の組成を有するアルミニウム合金を鋳造し、得られた鋳塊を均質化処理および熱間圧延する。ついで中間焼鈍を介して冷間圧延を行うが、該冷間圧延工程において、2回の中間焼鈍を行

【0023】最初の中間焼鈍は150～300℃の温度域で行い、中間焼鈍に引き続いて行う冷間圧延の加工率は40～80%とする。中間焼鈍温度が150℃未満では、それ以前の冷間圧延で加えられた加工歪が十分に行われず、軟化が不十分となり、ろう付け時に粗大な再結晶組織を確保するために必要な最終冷間圧延の加工度調整範囲が狭くなり好ましくない。300℃を越えると、フィンのコルゲート成形時のフィン山高さのバラツキを抑制するための結晶粒径の微細化に必要な中間焼鈍間の

冷間圧延の加工率の調整が難しくなる。

【0024】冷間圧延の加工率が40%未満では、最後の中間焼鈍時に微細な再結晶組織を生ぜしめるため必要な加工歪が小さいため、フィン材の結晶粒が粗大化し、フィンのコルゲート成形時におけるフィン山高さのバラツキを抑制し難くなる。80%を越えると、冷間圧延における加工歪が過大となり、ろう付け時に粗大な結晶粒を生ぜしめるために必要な最終冷間圧延の加工度調整範囲が狭くなる。

【0025】最後の中間焼鈍は300～450℃の温度域で行い、最終冷間圧延の加工率は5～20%とするのが好ましい。中間焼鈍の温度が300℃未満では、それ以前の冷間圧延で加えられた加工歪が十分に行われず、軟化が不十分となり、ろう付け時に粗大な再結晶組織を確保し難くなる。450℃を越えても、それ以上の特性の向上が期待できずエネルギーコストも増大する。

【0026】最終冷間圧延の加工率が5%未満では、フィン材の加工歪が少ないため、ろう付け昇温過程で生じる再結晶がろうの融点以上まで遅延し、ろう付け時に加工歪が残存するため、熔融ろうが加工歪を通して進入し、フィンの局部熔融や座屈変形が生じる。加工率が20%を越えると、フィン材に加えられる加工歪が過剰となって、ろう付け昇温過程での再結晶が低温で生じるため、再結晶粒が微細となり、熔融ろうが結晶粒界を通して進入し易くなり、フィンの局部熔融や座屈変形が生じる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と対比して説明する。

実施例1

表1に示す組成を有するアルミニウム合金のインゴット（断面寸法：幅500mm、厚さ約250mm）を半連続鋳造により造塊し、得られたインゴットを所定の寸法に切断し、500℃で6時間の均質化処理を行った後、圧延開始温度を480℃として2.0mm厚さまで熱間圧延、さらに冷間圧延し、その後、1回目の中間焼鈍を230℃の温度で行い、ついで50%の加工率で冷間圧延し、350℃の温度で最後の中間焼鈍、最終的に加工率15%の最終冷間圧延を行って、厚さ0.070mmのフィン材に仕上げた。

【0028】得られたフィン材から、JIS-5号試験片を採取して引張試験を行って伸びを測定し、フィン材の組織を偏光写真におさめ、画像解析装置を用いて再結晶組織部分の平均結晶粒径を測定した。また、フィン材を所定のサイズに切断した後、歯車回転式の成形機を通してコルゲート成形を行い、これを投影機に映してコルゲート成形されたフィンの山高さh（図1参照）のバラツキを測定し、その標準偏差 σ （mm）を求めた。

【0029】さらに、フィン材を窒素ガス雰囲気中で、ろう付けと同様、605℃で3分間加熱した後、JIS

ー5号試験片を採取して引張試験を行い、引張強度を測定するとともに、25℃における電気伝導度を測定し、電気伝導度と比例関係にある熱伝導度を評価した。

【0030】コルゲート成形されたフィンは、4045合金をクラッドした3003合金管（クラッド率：10％）からなるチューブ材（厚さ：0.25mm）に組付けて、フッ化物系のフラックスを塗布し、窒素ガス雰囲気中で605℃の温度に3分間加熱して、ろう付けを行い、図2に示すような、熱交換器のミニコアを作製した。作製したミニコアについては、フィンとチューブとの接合部を観察してフィンの座屈の有無を確認し、2週間のCASS試験（JIS D 0201）を行って、フィンおよびチューブの腐食状況を調査し、耐食性の評*

* 価を行った。

【0031】これらの測定、評価結果を表2に示す。表2にみられるように、本発明に従うフィン材は、いずれもコルゲート成形後のフィン山高さのバラツキ（標準偏差）が0.1mm、未満で良好な成形性を示した。また、ろう付け加熱後の電気伝導度も50％以上であり熱伝導度が優れていることが確認された。ろう付け後の強度も、引張強さ100MPaを越える優れた強度を示している。ろう付け後におけるフィンの座屈もなく優れたろう付け性をそなえ、耐食性も良好である。

【0032】

【表1】

| 合金 | 組成(wt %) | | | | | | | |
|----|----------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | Fe | Zr | Zn | Mn | Si | Ni | In | Sn |
| A | 1.8 | 0.05 | 0.6 | — | — | — | — | — |
| B | 0.7 | 0.25 | 2.5 | — | — | — | — | — |
| C | 1.0 | 0.15 | 1.5 | 0.5 | — | — | — | — |
| D | 1.2 | 0.11 | 1.5 | — | 0.8 | — | — | — |
| E | 1.1 | 0.12 | 2.0 | — | — | 0.7 | — | — |
| F | 1.3 | 0.09 | 0.9 | — | — | — | 0.05 | — |
| G | 1.6 | 0.08 | 0.8 | — | — | — | — | 0.05 |
| H | 1.5 | 0.15 | 1.5 | — | 0.5 | 0.5 | — | — |

【0033】

※ ※【表2】

| 試験材 | 合金 | 平均結晶粒径 μm | 伸び % | フィン山高さのバラツキ 標準偏差 mm | ろう付け後の特性 | | ろう付け性 | 耐食性 |
|-----|----|--------------|---------|---------------------------|----------------|-------------|-------|-----|
| | | | | | 電気伝導度 %IACS | 引張強さ MPa | | |
| 1 | A | 30 | 5 | 0.05 | 54 | 115 | ○ | ○ |
| 2 | B | 150 | 2 | 0.07 | 55 | 105 | ○ | ○ |
| 3 | C | 190 | 1 | 0.08 | 51 | 120 | ○ | ○ |
| 4 | D | 40 | 4 | 0.04 | 56 | 115 | ○ | ○ |
| 5 | E | 30 | 5 | 0.04 | 55 | 120 | ○ | ○ |
| 6 | F | 70 | 4 | 0.05 | 57 | 110 | ○ | ○ |
| 7 | G | 90 | 3 | 0.05 | 57 | 115 | ○ | ○ |
| 8 | H | 80 | 3 | 0.04 | 51 | 125 | ○ | ○ |

《表注》ろう付け性：○ フィンの座屈無し

耐食性：○ チューブ材に貫通孔無し

【0034】比較例1

表3に示す組成を有するアルミニウム合金のインゴット（断面寸法：幅500mm、厚さ約250mm）を半連続鋳造により造塊し、得られたインゴットを所定の寸法に切断し、500℃で6時間の均質化処理を行った後、★50

★圧延開始温度を480℃として2.0mm厚さまで熱間圧延、さらに冷間圧延し、その後、1回目の中間焼鈍を230℃の温度で行い、ついで50％の加工率で冷間圧延し、350℃の温度で最後の中間焼鈍、最終的に加工率15％の最終冷間圧延を行って、厚さ0.070mm

のフィン材に仕上げた。

【0035】得られたフィン材について、実施例1と同じ方法により、特性評価を行った。結果を表4に示す。表4に示すように、Fe含有量が多い場合（試験材No. 9）には、フィンがろう付け時に座屈するとともに、耐食試験でフィンの腐食、消耗が著しい。Fe含有量が少ない場合（試験材No. 10）には、ろう付け後の強度が低い。Fe、ZrおよびZnを含有するアルミニウム合金フィン材において、Zn含有量が少ない場合*

*（試験材11）には、フィン材の犠牲陽極効果が小さくなって、腐食試験においてチューブ材に貫通孔が生じることがある。その他の成分が本発明規定の範囲を外れた場合にも、いずれかの特性がわるくなっている。なお、表3において、本発明の範囲を外れたものには下線を付した。

【0036】

【表3】

| 合金 | 組成(wt %) | | | | | | | |
|----|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | Fe | Zr | Zn | Mn | Si | Ni | In | Sn |
| I | <u>2.3</u> | 0.10 | 1.5 | — | — | — | — | — |
| J | <u>0.3</u> | <u>0.03</u> | <u>3.5</u> | — | — | — | — | — |
| K | 1.5 | 0.12 | <u>0.3</u> | — | — | — | — | — |
| L | 1.5 | <u>0.40</u> | 1.5 | — | — | — | — | — |
| M | 1.2 | 0.15 | 1.5 | <u>0.8</u> | — | — | — | — |
| N | 1.2 | 0.11 | 1.6 | — | <u>1.2</u> | — | — | — |
| O | 1.1 | 0.12 | 1.8 | — | — | <u>1.2</u> | — | — |
| P | 1.3 | 0.09 | 2.0 | — | — | — | <u>0.15</u> | — |
| Q | 1.6 | 0.08 | 1.1 | — | — | — | — | <u>0.15</u> |

【0037】

※ ※【表4】

| 試験材 | 合金 | 平均結晶粒径 μm | 伸び % | フィン山高さのバラツキ 標準偏差 mm | ろう付け後の特性 | | ろう付け性 | 耐食性 |
|-----|----|--------------|---------|---------------------------|----------------|-------------|-------|-----|
| | | | | | 電気伝導度 %IACS | 引張強さ MPa | | |
| 9 | I | 30 | 4 | 0.04 | 51 | 115 | × | ×F |
| 10 | J | 30 | 4 | 0.04 | 56 | 90 | × | ×F |
| 11 | K | 30 | 5 | 0.05 | 53 | 110 | ○ | ×T |
| 12 | L | 30 | — | — | — | — | — | — |
| 13 | M | 350 | 2 | 0.09 | 43 | 120 | × | ○ |
| 14 | N | 50 | 3 | 0.04 | 46 | 120 | × | ○ |
| 15 | O | 50 | 4 | 0.04 | 48 | 120 | × | ×F |
| 16 | P | 50 | — | — | — | — | — | — |
| 17 | Q | — | — | — | — | — | — | — |

《表注》ろう付け性 ×：フィンの座屈有り

耐食性 ×F：フィン材の腐食、消耗が激しい。×T：チューブ材に貫通孔発生

試験材No.12：巨大晶出物が生じ、圧延加工が困難となった。

試験材No.16：保管中にフィン材が白変した。

試験材No.17：熱間圧延で割れが生じ圧延が困難となった。

【0038】実施例2

★質化処理を行った後、圧延開始温度480℃で熱間圧延

表1の合金のうち、合金A、B、Hのインゴットを使用

し、さらに冷間圧延を行って、以後、表5に示す条件の

し、これらのインゴットを500℃の温度で6時間の均★50 冷間圧延工程を経て、厚さ0.070mmのフィン材と

した。

【0039】得られたフィン材について、実施例1と同じ方法で特性評価を行った。結果を表6に示す。表6にみられるように、本発明に従うフィン材は、いずれもコルゲート成形後のフィン山高さのバラツキ（標準偏差）が0.1mm、未満で良好な成形性を示した。また、ろう付け加熱後の電気伝導度も50%以上であり熱伝導度が優れていることが確認された。ろう付け後の強度も、引張強さ100MPaを超える優れた強度を示してい *

*る。ろう付け後におけるフィンの座屈もなく優れたろう付け性をそなえ、耐食性も良好である。なお、試験材No. 18、19、20、21、23、24は殆どの部分が再結晶組織、試験材No. 22は繊維組織、試験材No. 25は繊維組織と再結晶組織との混合組織であった。

【0040】

【表5】

| 条件 | 冷間圧延工程 | | | |
|----|--------|------|--------|--------|
| | 中間焼鈍 | 冷間圧延 | 最後の間焼鈍 | 最終冷間圧延 |
| | 温度 ℃ | 加工率% | 温度 ℃ | 加工率 % |
| a | 280 | 80 | 400 | 17 |
| b | 180 | 40 | 350 | 7 |
| c | 280 | 40 | 300 | 15 |

【0041】

※ ※【表6】

| 試験材 | 合金 | 条件 | 平均結晶粒径 μm | 伸び % | フィン山高さのバラツキ 標準偏差 mm | ろう付け後の特性 | | ろう付け性 | 耐食性 |
|-----|----|----|--------------|---------|---------------------------|----------------|-------------|-------|-----|
| | | | | | | 電気伝導度 %IACS | 引張強さ MPa | | |
| 18 | A | a | 50 | 4 | 0.04 | 53 | 115 | ○ | ○ |
| 19 | A | b | 50 | 3 | 0.03 | 54 | 115 | ○ | ○ |
| 20 | B | a | 180 | 2 | 0.07 | 55 | 105 | ○ | ○ |
| 21 | B | b | 180 | 2 | 0.08 | 56 | 105 | ○ | ○ |
| 22 | B | c | — | 6 | 0.02 | 54 | 105 | ○ | ○ |
| 23 | H | a | 100 | 2 | 0.06 | 52 | 120 | ○ | ○ |
| 24 | H | b | 100 | 6 | 0.06 | 51 | 120 | ○ | ○ |
| 25 | H | c | 150 | 4 | 0.03 | 52 | 120 | | |

【0042】比較例2

表1の合金のうち、合金A、B、Hのインゴットを使用し、これらのインゴットを500℃の温度で6時間の均質化処理を行った後、圧延開始温度480℃で熱間圧延し、さらに冷間圧延を行って、以後、表7に示す条件の冷間圧延工程を経て、厚さ0.070mmのフィン材とした。なお、表7において、本発明の条件を外れたものには下線を付した。

【0043】得られたフィン材について、実施例1と同★

★じ方法で特性評価を行った。結果を表8、表9に示す。

表8、表9に示すように、本発明に規定する製造条件を外れた場合には、いずれかの特性が十分でない。なお、試験材の内部組織については、試験材No. 30、37、44は殆どが再結晶組織、試験材No. 31、38、45は繊維組織であり、他の試験材は繊維組織と再結晶組織との混合組織であった。

【0044】

【表7】

| 条件 | 冷間圧延工程 | | | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 中間焼鈍 | 冷間圧延 | 最後の中間焼鈍 | 最終冷間圧延 |
| | 温度 ℃ | 加工率% | 温度 ℃ | 加工率 % |
| d | <u>330</u> | 50 | 350 | 15 |
| e | <u>130</u> | 50 | 350 | 15 |
| f | 250 | <u>20</u> | 350 | 15 |
| g | 250 | <u>90</u> | 350 | 15 |
| h | 250 | 50 | 350 | <u>23</u> |
| i | 250 | 50 | 350 | <u>3</u> |
| j | 250 | 50 | <u>270</u> | 15 |

【0045】

* * 【表8】

| 試験材 | 合金 | 条件 | 平均結晶 粒径 μm | 伸び % | フィン山高さ のバラツキ 標準偏差 mm | ろう付け後の特性 | | ろう 付け 性 | 耐 食 性 |
|-----|----|----|------------------|---------|-------------------------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| | | | | | | 電気伝導度 %IACS | 引張強さ MPa | | |
| 25 | A | d | 250 | 2 | 0.10 | 53 | 115 | ○ | ○ |
| 26 | A | e | 10 | 2 | 0.03 | 53 | 115 | × | ○ |
| 27 | A | f | 300 | 0.5 | 0.11 | 53 | 110 | ○ | ○ |
| 28 | A | g | 15 | 4 | 0.04 | 54 | 115 | × | ○ |
| 29 | A | h | 80 | 2 | 0.05 | 54 | 110 | × | ○ |
| 30 | A | i | 80 | 8 | 0.06 | 53 | 115 | × | ○ |
| 31 | A | j | — | 9 | 0.02 | 53 | 115 | × | ○ |
| 32 | B | d | 400 | 1 | 0.14 | 55 | 105 | ○ | ○ |
| 33 | B | e | 20 | 4 | 0.04 | 55 | 105 | × | ○ |
| 34 | B | f | 600 | 0.5 | 0.16 | 54 | 110 | ○ | ○ |
| 35 | B | g | 20 | 5 | 0.04 | 55 | 105 | × | ○ |

【0046】

※ ※ 【表9】

16

(72)発明者 長屋 隆彦
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 久富 裕二
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金
属工業株式会社内

(72)発明者 池田 洋
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金
属工業株式会社内